

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 0 月 1 0 日  
Date of Application:

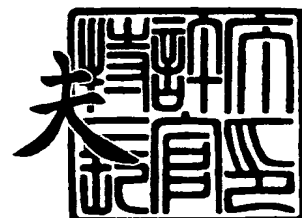
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 9 7 7 7 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 9 7 7 7 3 ]

出      願      人            株 式 会 社 デ ン ソ ー  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   8 月 2 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 PN066383

【提出日】 平成14年10月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 27/41

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 川瀬 友生

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 黒川 英一

【特許出願人】

    【識別番号】 000004260

    【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

    【識別番号】 100096998

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 碓氷 裕彦

    【電話番号】 0566-25-5988

【選任した代理人】

    【識別番号】 100118197

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 加藤 大登

    【電話番号】 0566-25-5987

【選任した代理人】

    【識別番号】 100123191

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊藤 高順

    【電話番号】 0566-25-5990

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010331

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0213350

【包括委任状番号】 0213351

【包括委任状番号】 0213352

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガス濃度検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 チャンバに導入した被検出ガス中の酸素を排出又は汲み込むための第 1 セルと、第 1 セルを通過した後のガスから特定ガス成分の濃度を検出するための第 2 セルと、同じく第 1 セルを通過した後のガスから残留酸素濃度を検出するための第 3 セルとを備えるガス濃度センサを用い、少なくとも前記第 2 セルに電圧印加した状態で計測された第 2 セル電流信号をガス濃度演算部に取り込み、該ガス濃度演算部が第 2 セル電流信号に基づいて特定ガス濃度を算出するガス濃度検出装置において、

前記ガス濃度演算部には、濃度検出レンジが大小異なる複数の濃度演算手段が設けられ、各々の濃度演算手段毎に特定ガス濃度が算出されることを特徴とするガス濃度検出装置。

【請求項 2】 前記複数の濃度演算手段毎に算出された特定ガス濃度は、各々個別に他の制御手段に出力される請求項 1 記載のガス濃度検出装置。

【請求項 3】 前記ガス濃度センサを車載エンジンの排気管に配設し、排気管内を流れる排ガスを被検出ガスとして特定ガス成分の濃度を検出するガス濃度検出装置において、濃度検出レンジが大小異なる複数の濃度演算手段のうち、検出レンジ小の濃度演算手段によりエンジン制御用の特定ガス濃度を算出し、検出レンジ大の濃度演算手段により故障診断用の特定ガス濃度を算出する請求項 1 又は 2 記載のガス濃度検出装置。

【請求項 4】 前記第 2 セルに電圧印加した状態で計測された第 2 セル電流信号から前記第 3 セルに電圧印加した状態で計測された第 3 セル電流信号を減算し、その差分値により特定ガス濃度を算出するガス濃度検出装置であって、

前記第 2 セル電流信号と前記第 3 セル電流信号とを差動増幅回路に入力し、その差動増幅回路の出力を A/D 変換して前記ガス濃度演算部でのガス濃度演算に用いる請求項 1 乃至 3 の何れかに記載のガス濃度検出装置。

【請求項 5】 前記第 2 セルに電圧印加した状態で計測された第 2 セル電流信号から前記第 3 セルに電圧印加した状態で計測された第 3 セル電流信号を減算

し、その差分値により特定ガス濃度を算出するガス濃度検出装置であって、

濃度検出レンジが大小異なる複数の濃度演算手段のうち、少なくとも検出レンジ小の濃度演算手段では、前記第 2 セル電流信号と前記第 3 セル電流信号とを差動増幅回路に入力し、その差動増幅回路の出力を A/D 変換して前記ガス濃度演算部でのガス濃度演算に用いる請求項 1 乃至 3 の何れかに記載のガス濃度検出装置。

【請求項 6】 チャンバに導入した被検出ガス中の酸素を排出又は汲み込むための第 1 セルと、第 1 セルを通過した後のガスから特定ガス成分の濃度を検出するための第 2 セルと、同じく第 1 セルを通過した後のガスから残留酸素濃度を検出するための第 3 セルとを備えるガス濃度センサを用い、前記第 2 セルに電圧印加した状態で計測された第 2 セル電流信号と前記第 3 セルに電圧印加した状態で計測された第 3 セル電流信号とをガス濃度演算部に取り込み、該ガス濃度演算部が第 2 セル電流信号と第 3 セル電流信号との差分値に基づいて特定ガス濃度を算出するガス濃度検出装置において、

前記第 2 セル電流信号と前記第 3 セル電流信号とを差動増幅回路に入力し、その差動増幅回路の出力を A/D 変換して前記ガス濃度演算部でのガス濃度演算に用いることを特徴とするガス濃度検出装置。

【請求項 7】 前記ガス濃度演算部は、前記各セルの電流信号に基づき濃度演算を行う際、その都度の特定ガス濃度に応じて感度補正を実施する請求項 1 乃至 6 の何れかに記載のガス濃度検出装置。

【請求項 8】 前記ガス濃度演算部は、前記各セルの電流信号に基づき濃度演算を行う際、その都度の被検出ガス中の酸素濃度に応じて酸素濃度依存性補正を実施する請求項 1 乃至 7 の何れかに記載のガス濃度検出装置。

【請求項 9】 被検出ガス中の特定ガス濃度及び酸素濃度をパラメータとするマップデータをメモリに記憶保持しておき、前記ガス濃度演算部は、前記マップデータを用いその都度の特定ガス濃度及び酸素濃度に応じて感度補正係数を設定すると共に、前記各セルの電流信号に基づき濃度演算を行う際、前記感度補正係数を用いて特定ガス濃度を補正する請求項 1 乃至 8 の何れかに記載のガス濃度検出装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、ガス濃度検出装置に関するものである。

**【0002】****【従来の技術】**

この種のガス濃度検出装置として、限界電流式のガス濃度センサを用い、例えば車両用エンジンから排出される排ガス中の $\text{NO}_x$ （窒素酸化物）を検出するものがある。ガス濃度センサは、例えばポンプセル、センサセル及びモニタセルからなる3セル構造を有し、ポンプセルではチャンバに導入した排ガス中の酸素の排出又は汲み込みが行われ同時に排ガス中の酸素濃度検出が行われる。また、センサセルではポンプセルを通過した後のガスから $\text{NO}_x$ 濃度（特定ガス成分の濃度）が検出され、モニタセルではポンプセル通過後のチャンバ内の残留酸素濃度が検出される（例えば、特許文献1参照）。

**【0003】**

$\text{NO}_x$ 濃度検出について詳しくは、センサセルにおいて電圧印加に伴いセンサセル電流が計測され、その電流信号がA/D変換器を通じてマイクロコンピュータに入力される。マイクロコンピュータでは、A/D変換後の電流信号について濃度換算が行われ、その結果として $\text{NO}_x$ 濃度値が求められる。

**【0004】**

ガス濃度センサを排ガスセンサとして用いる場合、前記 $\text{NO}_x$ 濃度値は、例えば、エンジン制御を司るエンジンECUに出力され、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元型触媒による吸収 $\text{NO}_x$ を還元し放出することなどを目的としてエンジン制御に使われる他、OBD等の法規制下におけるセンサ等の故障診断情報としても使われる。かかる場合において、OBD等の法規制下では、通常の制御に用いるよりも拡張した広域の濃度検出レンジで $\text{NO}_x$ 濃度を検出する必要があり、その法規制に則って $\text{NO}_x$ 濃度等の検出レンジが予め設定されている。

**【0005】****【特許文献1】**

特開 2002-202285 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の如く  $\text{NO}_x$  濃度値が複数の用途に使用され、且つ法規制下で濃度検出レンジを拡張する必要がある場合、マイクロコンピュータ等の限られた処理能力の下では  $\text{NO}_x$  濃度値の分解能がラフなものになってしまう。OBD 等の用途では  $\text{NO}_x$  濃度値の分解能が比較的ラフであっても何ら問題が生じないが、エンジン制御などの用途では所望の濃度検出精度が満たされないといった問題が生じる。近年では、排気エミッションに対する規制が益々強化される傾向にあり、上記問題の解決が望まれている。

【0007】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、複数の用途にガス濃度値が使用される場合に、何れの用途にあっても所望のガス濃度検出精度を満たすことができるガス濃度検出装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段及びその効果】

本発明のガス濃度検出装置では、第1セル、第2セル及び第3セルを備えてなるガス濃度センサを用い、このガス濃度センサの検出結果に基づいてガス濃度検出を実施することを前提としている。この場合、少なくとも第2セルに電圧印加した状態で計測される第2セル電流信号がガス濃度演算部に取り込まれ、該ガス濃度演算部により第2セル電流信号に基づいて特定ガス濃度が算出される。特に請求項1に記載の発明では、ガス濃度演算部には濃度検出レンジが大小異なる複数の濃度演算手段が設けられ、各々の濃度演算手段毎に特定ガス成分の濃度が算出される。

【0009】

1つのガス濃度演算部において複数の濃度演算手段が設けられ、各々に大小異なる濃度検出レンジが設定されれば、各濃度演算手段では濃度分解能をそれぞれ個別に設定できる。すなわち、濃度検出レンジが小さい濃度演算手段では、同検出レンジが大きい濃度演算手段に比べて濃度分解能が小さくなり、その分特定ガ

ス濃度の検出精度が向上する。その結果、何れの用途にあっても所望のガス濃度検出精度を満たすことができるようになる。

#### 【0010】

請求項2に記載したように、前記複数の濃度演算手段毎に算出された特定ガス濃度は各々個別に他の制御手段に出力されると良い。この場合、ガス濃度演算部から他の制御手段へは分解能の異なる複数の特定ガス濃度が出力され、当該制御手段では、それら特定ガス濃度を用途に合わせて適宜用いることができる。それ故、実用上望ましい構成が実現できる。

#### 【0011】

また、請求項3に記載したように、濃度検出レンジが大小異なる複数の濃度演算手段のうち、検出レンジ小の濃度演算手段によりエンジン制御用の特定ガス濃度を算出し、検出レンジ大の濃度演算手段により故障診断用の特定ガス濃度を算出することが考えられる。エンジン制御用としては高精度な特定ガス濃度の演算が要求されるのに対し、故障診断用としては多少精度が落ちても広域レンジでの特定ガス濃度の演算が要求される。本発明によれば、濃度検出レンジを大小設定することにより上記何れの要求にもそれぞれ応えることが可能となる。なお本構成では、ガス濃度センサにより排ガスのNO<sub>x</sub>濃度やHC濃度などが検出される。

#### 【0012】

第2セルでは、第1セルを通過した後のガスから特定ガス成分の濃度が検出されるが、この際検出対象となるガスには第1セル通過後の残留酸素が含まれており、第2セル電流信号として残留酸素分相当のオフセット誤差が生じる。このとき、オフセット誤差は第3セル電流信号により検知可能であり、第2セル電流信号から第3セル電流信号を減算すればオフセット誤差分を排除した状態で精度の良い第2セル電流信号が得られ、ひいては特定ガス濃度の検出精度が向上する。つまり、第2セル電流信号に基づく特定ガス濃度検出に際し、第2セル電流信号から第3セル電流信号を減算し、その差分値により特定ガス濃度を算出することが望ましい。

#### 【0013】

かかる場合において、請求項 4 に記載の発明では、第 2 セル電流信号と第 3 セル電流信号とが差動増幅回路に入力され、その差動増幅回路の出力が A/D 変換されて前記ガス濃度演算部でのガス濃度演算に用いられる。本発明によれば、A/D 変換前において、差動増幅回路（すなわちハードウェア回路）にて第 2 セル電流信号に含まれるオフセット誤差分（第 3 セル電流信号相当）が差し引かれるため、差動増幅回路のゲインを大きくすることができ、A/D 変換に入力される信号のダイナミックレンジが広がる。故に、それだけ A/D 変換の分解能を上げることが可能となる。つまり、第 2 セル電流信号をそのまま A/D 変換する場合にはオフセット誤差分（第 3 セル電流信号相当）も含む比較的広い入力レンジにて A/D 変換が実施されてその分解能が落ちるが、本発明ではこうした問題が解消される。

#### 【0014】

また、請求項 5 に記載の発明では、濃度検出レンジが大小異なる複数の濃度演算手段のうち、少なくとも検出レンジ小の濃度演算手段では、前記第 2 セル電流信号と前記第 3 セル電流信号とが差動増幅回路に入力され、その差動増幅回路の出力が A/D 変換されて前記ガス濃度演算部でのガス濃度演算に用いられる。かかる場合、少なくとも検出レンジ小の濃度演算手段では、上記請求項 4 の発明と同様に A/D 変換前において、差動増幅回路（すなわちハードウェア回路）にて第 2 セル電流信号に含まれるオフセット誤差分（第 3 セル電流信号相当）が差し引かれるため、差動増幅回路のゲインを大きくすることができ、A/D 変換に入力される信号のダイナミックレンジが広がる。故に、それだけ A/D 変換の分解能を上げることが可能となる。特に、大小複数の濃度検出レンジが設定され、そのうち検出レンジ小の濃度演算手段に本請求項の発明が適用される場合、濃度検出の精度向上といった効果をより一層顕著なものとすることができる。

#### 【0015】

また、請求項 6 に記載の発明では、第 2 セル電流信号と第 3 セル電流信号とが差動増幅回路に入力され、その差動増幅回路の出力が A/D 変換されて前記ガス濃度演算部でのガス濃度演算に用いられる。本発明によれば、A/D 変換前において、差動増幅回路（すなわちハードウェア回路）にて第 2 セル電流信号に含ま

れるオフセット誤差分（第3セル電流信号相当）が差し引かれるため、差動増幅回路のゲインを大きくすることができ、A/D変換に入力される信号のダイナミックレンジが広がる。故に、それだけA/D変換の分解能を上げることが可能となる。つまり、第2セル電流信号をそのままA/D変換する場合にはオフセット誤差分（第3セル電流信号相当）も含む比較的広い入力レンジにてA/D変換が実施されてその分解能が落ちるが、本発明ではこうした問題が解消される。

#### 【0016】

一方、第2セルでは電圧印加に伴い特定ガス成分の濃度に応じた電流が流れ、その電流信号が計測されるが、その電流信号は当該特定ガス成分の濃度レベルに応じて感度が変わり、更に特定ガス成分の濃度が同一であっても被検出ガス中の酸素濃度に応じて第2セル電流信号が変化してしまう。これは、特定ガス成分の濃度が高くなるとセンサセル電極の活性能力が不足してくることや、被検出ガス中の酸素濃度が高くなるとポンプセルでの酸素排出動作が盛んになり、結果として余計にチャンバ内に被検出ガスが導入されることに起因する。そこで、第2セル電流信号、又は第2セル電流信号と第3セル電流信号との差分値に基づき濃度演算を行う際において、以下の請求項7～9に記載の補正を実施する。

#### 【0017】

請求項7に記載の発明では、前記ガス濃度演算部は、前記各セルの電流信号に基づき濃度演算を行う際、その都度の特定ガス濃度に応じて感度補正を実施する。なお具体的には、特定ガス濃度が高レベルであれば、濃度検出感度が低下することを考慮し、濃度換算のための補正用データを大きくする。

#### 【0018】

請求項8に記載の発明では、前記ガス濃度演算部は、前記各セルの電流信号に基づき濃度演算を行う際、その都度の被検出ガス中の酸素濃度に応じて酸素濃度依存性補正を実施する。なお具体的には、被検出ガス中の酸素濃度（すなわち、第1セルの電流信号）が大きければ、酸素濃度依存性が大きくなることを考慮し、濃度換算のための補正用データを小さくする。

#### 【0019】

請求項9に記載の発明では、被検出ガス中の特定ガス濃度及び酸素濃度をパラ

メータとするマップデータをメモリに記憶保持しておき、前記ガス濃度演算部は、前記マップデータを用いその都度の特定ガス濃度及び酸素濃度に応じて感度補正係数を設定すると共に、前記各セルの電流信号に基づき濃度演算を行う際、前記感度補正係数を用いて特定ガス濃度を補正する。

#### 【0020】

上記請求項7～9の発明によれば、実際のセンサ特性を反映しながら各電流信号に基づく濃度演算が実施できるようになる。故に、ガス濃度の検出精度がより一層向上する。また、この種のガス濃度センサでは個体差によるセンサ特性のバラツキが生じるが、上記の感度補正や酸素濃度依存性補正をセンサ個別に対応させて実施することにより、センサ個体差による問題も解消できる。

#### 【0021】

##### 【発明の実施の形態】

以下、この発明を具体化した一実施の形態を図面に従って説明する。本実施の形態におけるガス濃度検出装置は、例えば自動車用エンジンに適用されるものであって、限界電流式ガス濃度センサを用い、被検出ガスである排ガスから酸素濃度を検出すると共に特定ガス成分の濃度としてのNO<sub>x</sub>濃度を検出する。

#### 【0022】

先ずはじめに、ガス濃度センサの構成を図2を用いて説明する。図2のガス濃度センサは、「第1セル」としてのポンプセル、「第2セル」としてのセンサセル及び「第3セル」としてのモニタセルからなる3セル構造を有し、排ガス中の酸素濃度とNO<sub>x</sub>濃度とを同時に検出可能な、いわゆる複合型ガスセンサとして具体化されている。なお、モニタセルは、ポンプセル同様、ガス中の酸素排出の機能を具備するため、第2のポンプセルと称される場合もある。図2（a）は、センサ素子の先端部構造を示す断面図であり、図2（b）は、図2（a）のA-A線断面図である。

#### 【0023】

ガス濃度センサ100において、酸素イオン伝導性材料からなる固体電解質（固体電解質素子）141、142はシート状をなし、アルミナ等の絶縁材料からなるスペーサ143を介して図の上下に所定間隔を隔てて積層されている。この

うち、図の上側の固体電解質 141 にはピンホール 141a が形成されており、このピンホール 141a を介して当該センサ周囲の排ガスが第 1 チャンバ 144 内に導入される。第 1 チャンバ 144 は、絞り部 145 を介して第 2 チャンバ 146 に連通している。符号 147 は多孔質拡散層である。

#### 【0024】

図の下側の固体電解質 142 には、第 1 チャンバ 144 に面するようにしてポンプセル 110 が設けられており、ポンプセル 110 は、第 1 チャンバ 144 内に導入した排ガス中の酸素を排出又は汲み込む働きをすると共に酸素排出又は汲み込みの際に排ガス中の酸素濃度を検出する。ここで、ポンプセル 110 は、固体電解質 142 を挟んで上下一対の電極 111, 112 を有し、そのうち特に第 1 チャンバ 144 側の電極 111 は  $\text{NO}_x$  不活性電極 ( $\text{NO}_x$  ガスを分解し難い電極) である。ポンプセル 110 は、第 1 チャンバ 144 内に存在する酸素を分解して電極 112 より大気通路 150 側に排出する。

#### 【0025】

また、図の上側の固体電解質 141 には、第 2 チャンバ 146 に面するようにしてモニタセル 120 及びセンサセル 130 が設けられている。モニタセル 120 は、第 2 チャンバ 146 内の残留酸素濃度に応じて起電力、又は電圧印加に伴い電流出力を発生する。また、センサセル 130 は、ポンプセル 110 を通過した後のガスから  $\text{NO}_x$  濃度を検出する。

#### 【0026】

特に本実施の形態では、図 2 (b) に示すように、排ガスの流れ方向に対して同等位置になるよう、モニタセル 120 及びセンサセル 130 が並列に配置されると共に、これら各セル 120, 130 の大気通路 148 側の電極が共通電極 122 となっている。すなわち、モニタセル 120 は、固体電解質 141 とそれを挟んで対向配置された電極 121 及び共通電極 122 とにより構成され、センサセル 130 は、同じく固体電解質 141 とそれを挟んで対向配置された電極 131 及び共通電極 122 とにより構成されている。なお、モニタセル 120 の電極 121 (第 2 チャンバ 146 側の電極) は  $\text{NO}_x$  ガスに不活性な Au-Pt 等の貴金属からなるのに対し、センサセル 130 の電極 131 (第 2 チャンバ 146

側の電極)は $\text{NO}_x$ ガスに活性な白金Pt、ロジウムRh等の貴金属からなる。

#### 【0027】

図3(a)は、モニタセル120及びセンサセル130の電極を第2チャンバ146側から見た平面断図であり、図3(b)は、これら各セルの電極を大気通路148側から見た平面断図である。本構成によれば、モニタセル120及びセンサセル130では排ガス導入距離が同じになる。その結果、ポンプセル110通過後の残留酸素に対するモニタセル120とセンサセル130との感度が同等になり、精度の高いガス濃度検出が可能になる。但し、モニタセル120及びセンサセル130の電極は、図3(a)のように、排ガスの流れ方向に沿って並列に配置すること以外に、排ガスの流れ方向に前後(すなわち、図の左右)に配置することも可能である。例えば、モニタセル120を上流側(図の左側)に、センサセル13を下流側(図の右側)に配置する。また、各セルにおいて共通電極122を用いることも必須ではなく、各セル個別の電極を用いることも可能である。

#### 【0028】

固体電解質142の図の下面にはアルミナ等よりなる絶縁層149が設けられ、この絶縁層149により大気通路150が形成されている。また、絶縁層149には、センサ全体を加熱するためのヒータ151が埋設されている。ヒータ151はポンプセル110、モニタセル120及びセンサセル130を含めたセンサ全体を活性状態にすべく、外部からの給電により熱エネルギーを発生させる。

#### 【0029】

上記構成のガス濃度センサ100において、排ガスは多孔質拡散層147及びピンホール141aを通して第1チャンバ144に導入される。そして、この排ガスがポンプセル110近傍を通過する際、ポンプセル電極111, 112間に電圧 $V_p$ を印加することで分解反応が起こり、第1チャンバ144内の酸素濃度に応じてポンプセル110を介して酸素が出し入れされる。なおこのとき、第1チャンバ144側の電極111が $\text{NO}_x$ 不活性電極であるので、ポンプセル110では排ガス中の $\text{NO}_x$ は分解されず、酸素のみが分解されて大気通路150に排出される。そして、ポンプセル110に流れた電流(ポンプセル電流 $I_p$ )に

より、排ガス中に含まれる酸素濃度が検出される。

### 【0030】

その後、ポンプセル 110 近傍を通過した排ガスは第 2 チャンバ 146 に流れ込み、モニタセル 120 では、ガス中の残留酸素濃度に応じた出力が発生する。モニタセル 120 の出力は、モニタセル電極 121, 122 間に所定の電圧  $V_m$  を印加することでモニタセル電流  $I_m$  として検出される。また、センサセル電極 131, 122 間に所定の電圧  $V_s$  を印加することでガス中の  $NO_x$  が還元分解され、その際発生する酸素が大気通路 148 に排出される。その際、センサセル 130 に流れた電流（センサセル電流  $I_s$ ）により、排ガス中に含まれる  $NO_x$  濃度が検出される。

### 【0031】

因みに、ポンプセル 110 では、その都度の排ガス中の酸素濃度（すなわちポンプセル電流  $I_p$ ）に応じて印加電圧  $V_p$  が可変に制御されるようになっており、一例として、当該ポンプセル 110 の限界電流特性に基づき作成された印加電圧マップを用い、その都度のポンプセル電流  $I_p$  に応じて印加電圧  $V_p$  が制御される。これにより、排ガス中の酸素濃度が高くなるほど印加電圧が高電圧側にシフトするようにして印加電圧制御が実施される。それ以外に、第 2 チャンバ 146 内の残留酸素濃度が一定になるように、言い換えればモニタセル電流  $I_m$  が一定となるように印加電圧  $V_p$  がフィードバック制御される構成であっても良い。以上の制御により、第 1 チャンバ 144 に導入された排ガス中の酸素をいち早く排出し、酸素排出後における残留酸素濃度を所望の低濃度レベルに保持することが可能となる。

### 【0032】

ところで、上述した通りガス濃度センサ 100 では、ポンプセル 110 で排ガス中の余剰酸素が排出された後、所定の残留酸素を含むガスがモニタセル 120 及びセンサセル 130 に給送される。そして、モニタセル 120 においてはガス中の残留酸素濃度に応じてモニタセル電流  $I_m$  が計測され、センサセル 130 においてはガス中の  $NO_x$  濃度に応じてセンサセル電流  $I_s$  が計測される。但しこのとき、センサセル 130 では、本来ガス中の  $NO_x$  だけが還元分解されてそれ

に伴う電流値が計測されるのが望ましいが、実際にはガス中の残留酸素分（微量酸素量）に応じた電流成分も併せて計測される。つまり、計測されるセンサセル電流  $I_s$  には  $\text{NO}_x$  反応分と残留酸素反応分とが含まれ、このうち残留酸素反応分がオフセット誤差となる。そこで本実施の形態では、センサセル電流  $I_s$  からオフセット誤差分を排除すべく、計測されたセンサセル電流  $I_s$  からモニタセル電流  $I_m$  を減算し、その差分値（ $I_s - I_m$ ）に基づいて  $\text{NO}_x$  濃度出力を得るようにしている。便宜上以下の説明では、（ $I_s - I_m$ ）値を「 $\text{NO}_x$  検出電流」と記載する。なお本実施の形態では、センサセル電流  $I_s$  が「第2セル電流信号」に相当し、モニタセル電流  $I_m$  が「第3セル電流信号」に相当する。

### 【0033】

図4は、ディーゼルエンジン10における排気系の構成を示す図面である。図4において、エンジン10には排気マニホールド11を介して排気管12が接続されており、その排気管12には  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒13、DPF（ディーゼル・パティキュレート・フィルタ）14 及び酸化触媒15がこの順序で配設されている。特に  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒13は、既知の通り例えばアルミナを担体とし、この担体上にカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金Ptのような貴金属とが担持されている。この  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒13では、排ガスの空燃比がリーンときには  $\text{NO}_x$  を吸収し、排ガスの空燃比がリッチの場合には吸収した  $\text{NO}_x$  を放出すると共にこの  $\text{NO}_x$  を排ガス中のHC、COにより窒素ガスに還元する。DPF14は、排ガスの通過時に同排ガス中のPM（微粒子）を捕集する。また、酸化触媒15は、排ガス中のHCとCOを酸化反応させて  $\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{CO}_2$  を生成し排出する。

### 【0034】

また、排気管12には、DPF14の下流側にガス濃度センサ100が配設されており、ガス濃度センサ100により  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒13及びDPF14通過後の排ガスを対象に排ガス中の酸素濃度や  $\text{NO}_x$  濃度が検出される。ガス濃度センサ100には「ガス濃度演算部」としてのセンサ制御回路200が接続

され、更に同センサ制御回路 200 には「制御手段」としてのエンジン ECU 300 が接続されている。なお本実施の形態では、エンジン 10 への燃料噴射に際し、いわゆるリーン燃焼制御を実施することとしており、エンジン ECU 300 は、センサ制御回路 200 を通じて入力される NO<sub>x</sub> 濃度出力に基づきリーン領域での空燃比フィードバック制御やその他 NO<sub>x</sub> 吸蔵還元型触媒 13 の吸蔵 NO<sub>x</sub> 放出、硫黄被毒再生等の制御を適宜実施する。

#### 【0035】

次に、センサ制御回路 200 の電氣的な構成を図 5 を用いて説明する。なお、センサ制御回路 200 は、ポンプセル 110、モニタセル 120 及びセンサセル 130 について各々に電圧印加回路や電流検出回路を有するが、図 5 では便宜上、ポンプセル 110 に関する回路構成を省略しており、ここではモニタセル 120 及びセンサセル 130 に関する主要な回路構成について説明する。

#### 【0036】

図 5 において、センサ制御回路 200 は、CPU、A/D 変換器、D/A 変換器、I/O ポート等を有する周知のマイコン（マイクロコンピュータ）201 を具備している。一方で、符号 251 はモニタセル 120 及びセンサセル 130 の共通電極 122 に接続される共通電極端子、符号 252 はセンサセル 130 の電極 131 に接続されるセンサセル電極端子、符号 253 はモニタセル 120 の電極 121 に接続されるモニタセル電極端子であり、このうち共通電極端子 251 には共通電極用のドライバ回路 254 が接続されている。

#### 【0037】

センサセル電極端子 252 にはセンサセル電極用のドライバ回路 255 が接続されており、同ドライバ回路 255 において電流検出抵抗 255a によりセンサセル電流  $I_s$  が検出される。このとき、電流検出抵抗 255a の両端子の電位がそれぞれ差動増幅回路 256 に入力され、差動増幅回路 256 では電流検出抵抗 255a の両端子間の電位差、すなわちセンサセル電流  $I_s$  が所定のゲインで増幅され出力される。

#### 【0038】

また、モニタセル電極端子 253 にはモニタセル電極用のドライバ回路 257

が接続されており、同ドライバ回路 257 において電流検出抵抗 257a によりモニタセル電流  $I_m$  が検出される。このとき、電流検出抵抗 257a の両端子の電位がそれぞれ差動増幅回路 258 に入力され、差動増幅回路 258 では電流検出抵抗 257a の両端子間の電位差、すなわちモニタセル電流  $I_m$  が所定のゲインで増幅され出力される。

#### 【0039】

差動増幅回路 256, 258 の出力は、各々にそのままマイコン 201 内の A/D 変換器に取り込まれると共に差動増幅回路 259 にも取り込まれる。差動増幅回路 259 では、差動増幅回路 256 の出力と差動増幅回路 258 の出力との差分が所定のゲインで増幅され出力され、同差動増幅回路 259 の出力がマイコン 201 内の A/D 変換器に取り込まれる。なお、差動増幅回路 256, 258 では例えば 1.3 倍程度の増幅がなされ、差動増幅回路 259 では 4 倍程度の増幅がなされるようになっている。

#### 【0040】

図 1 は、センサ制御回路 200 内におけるマイコン 201 に関する機能ブロック図である。詳しくは、マイコン 201 には、エンジン制御用の  $\text{NO}_x$  濃度出力を行うための第 1 演算部 211 と、OBD 用の  $\text{NO}_x$  濃度出力を行うための第 2 演算部 212 とが設けられている。これら各演算部 211, 212 が「複数の濃度演算手段」に相当する。各演算部 211, 212 における  $\text{NO}_x$  濃度の検出レンジは各々異なり、第 1 演算部 211 では同検出レンジを  $0 \sim 100 \text{ ppm}$  としているのに対し、第 2 演算部 212 では同検出レンジを  $0 \sim 300 \text{ ppm}$  としている。

#### 【0041】

エンジン制御用の  $\text{NO}_x$  濃度出力として以下の用途が考えられる。つまり、上述した通り排気管 12 に  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒 13 を備える構成では、リーン燃焼制御の実施に伴い同触媒 13 に多量の  $\text{NO}_x$  が吸収され、次第に  $\text{NO}_x$  吸収能力が低下する。そのため、 $\text{NO}_x$  吸収能力の低下を  $\text{NO}_x$  濃度出力により判定し、必要に応じて  $\text{NO}_x$  還元用リッチスパイクを実施し吸収  $\text{NO}_x$  を放出させる。また、燃料中には硫黄が含まれており、 $\text{NO}_x$  吸蔵還元型触媒 13 は次第に硫黄

被毒される。そのため、硫黄被毒の程度を $\text{NO}_x$ 濃度出力により判定し、必要に応じて弱リッチガス投入による再生処理を実施する。更にそれ以外に、 $\text{NO}_x$ 濃度出力によりガス濃度センサ100の劣化度合の判定を実施する。

#### 【0042】

また、OBD規制下では、通常の制御に用いるよりも拡張した広域の濃度検出レンジで $\text{NO}_x$ 濃度が検出される。つまり、エンジン制御用の $\text{NO}_x$ 濃度出力が $0 \sim 100 \text{ ppm}$ のレンジで検出されるのに対し、OBD用の $\text{NO}_x$ 濃度出力が $0 \sim 300 \text{ ppm}$ のレンジで検出されるようになっている。

#### 【0043】

第1演算部211では、前記差動増幅回路259での演算結果( $\text{NO}_x$ 検出電流 $I_s - I_m$ )のA/D値が取り込まれ、このA/D値を用いて $\text{NO}_x$ 濃度換算処理、ノイズ除去処理、CAN出力処理が順次実施される。また、第2演算部212では、センサセル電流 $I_s$ 及びモニタセル電流 $I_m$ (実際には、図5の差動増幅回路256, 258の出力)の各々のA/D値が取り込まれ、これら各A/D値を用いて $I_s - I_m$ 減算処理、 $\text{NO}_x$ 濃度換算処理、ノイズ除去処理、CAN出力処理が順次実施される。

#### 【0044】

かかる場合、第2演算部212では、センサセル電流 $I_s$ とモニタセル電流 $I_m$ とが各々にA/D変換器を経由して入力され、その後 $I_s - I_m$ の減算処理が実施される。なおこのとき、センサセル電流 $I_s$ にオフセット誤差分が含まれることは前述した通りであり、同誤差分は無視できないほど大きく例えば最大 $1000 \text{ nA}$ 程度にもなる。また、センサセル電流 $I_s$ を検出するA/D変換器の物理値の最大値は、システム上必要な $\text{NO}_x$ 濃度検出レンジとオフセット誤差を足した分を満たす必要がある。故に、第2演算部212において $\text{NO}_x$ 濃度の検出レンジが $0 \sim 300 \text{ ppm}$ でありセンサセル電流の最大値が $1200 \text{ nA}$ である場合、オフセット分 $1000 \text{ nA}$ にマージンを足すとA/D変換のフルスケールが $2600 \text{ nA}$ となる。汎用的な10ビットA/D変換器では、分解能が $2600 \text{ nA} / 1024 = 2.5 \text{ nA} / \text{LSB}$ となる。これを $\text{NO}_x$ 濃度換算すると約 $1 \text{ ppm} / \text{LSB}$ となる。

## 【0045】

一方、第1演算部211では、差動増幅回路259の出力（すなわち、NO<sub>x</sub>検出電流  $I_s - I_m$ ）がA/D変換器を経由して入力される。このとき、差動増幅回路259の出力であるNO<sub>x</sub>検出電流はオフセット誤差分がキャンセルされたものであるため、A/D変換器の物理値の最大値、すなわちNO<sub>x</sub>検出電流の最大値がシステム上必要なNO<sub>x</sub>濃度検出レンジを満たせば良い。故に、第1演算部211においてNO<sub>x</sub>濃度の検出レンジが0～100ppmでありNO<sub>x</sub>検出電流の最大値が400nAである場合、それにマージンを足すとA/D変換のフルスケールが600nAとなり、このため分解能が $600\text{ nA} / 1024 = 0.59\text{ nA} / \text{LSB}$ となる。従って、この第1演算部211では第2演算部212の約4倍の分解能が得られ、NO<sub>x</sub>濃度換算すると分解能は約 $0.2\text{ ppm} / \text{LSB}$ となる。

## 【0046】

近年では、エンジン自体の燃焼改良やNO<sub>x</sub>排出量の削減が図られており、エンジン制御に使用する場合には数ppm程度の精度でNO<sub>x</sub>濃度を検出することが要求されるが、上記第1演算部211によれば、この厳しい要求を満たすことが可能となる。

## 【0047】

また、各演算部211、212では、NO<sub>x</sub>濃度換算に際し、マイコン201のメモリ（例えばフラッシュROM）に予め格納された補正用データを用いてNO<sub>x</sub>濃度補正処理が実施され、当該補正処理によりガス濃度センサ100の感度バラツキや個体間バラツキが解消されるようになっている。そして、補正処理が施されたNO<sub>x</sub>濃度値は、移動平均やなましといったノイズ除去処理によりノイズ除去がなされ、その後CAN通信やD/A変換器などによりエンジンECU300に対して出力される。

## 【0048】

NO<sub>x</sub>濃度補正処理における補正項目として具体的には、

- (イ) 0点ズレ補正
- (ロ) センサセル感度補正

## (ハ) 酸素濃度依存性補正

があり、以下にはそれらを順に説明する。上記(イ)～(ハ)の項目はガス濃度センサ100毎に程度が相違するため、この個体間バラツキを解消する必要もある。なお、上記各補正は $\text{NO}_x$ 検出電流( $I_s - I_m$ )を対象に実施される。

## 【0049】

## [0点ズレ補正]

酸素濃度0%雰囲気かつ $\text{NO}_x$ 濃度が0ppmの条件下では、 $\text{NO}_x$ 検出電流は本来0となる筈であるが、現実には0にならず、例えば図6に示す事例のように0点ズレが生じる(図では60nA)。60nAを $\text{NO}_x$ 濃度換算すると20ppm程度となり、この0点ズレは無視できない値となる。そこで本実施の形態では、この0点ズレを解消するための0点ズレ補正值を設定する。

## 【0050】

## [センサセル感度補正]

$\text{NO}_x$ 濃度に対するセンサセル130の感度は $\text{NO}_x$ 濃度が高くなるに従って若干低下する。図6の事例において、 $\text{NO}_x$ 濃度の低濃度レンジ(0～100ppm)と高濃度レンジ(100～300ppm)とを比較すると、前者の方が傾きが大きく $\text{NO}_x$ 検出電流が高感度に計測されることが分かる。これは、 $\text{NO}_x$ 濃度が高くなるとセンサセル電極( $\text{NO}_x$ 活性電極)の活性能力が不足しセンサセル電流が低下するためであり、例えば $\text{NO}_x$ 濃度=100ppmを境に微小な感度変化(図6に示す傾きの変化)が発生する。図6上で具体的な数値を示すと、低濃度レンジでは100ppmの濃度変化(0～100ppm)に相応する $\text{NO}_x$ 検出電流の変化が315.5nAとなるのに対し、高濃度レンジでは同じく100ppmの濃度変化(100～200ppm)に相応する $\text{NO}_x$ 検出電流の変化が310.4nAとなる。つまりこのとき、低濃度レンジと高濃度レンジとでは1～2ppm程度の感度変化が生じる。

## 【0051】

そこで、 $\text{NO}_x$ 濃度の全検出レンジを複数のレンジに区分し、各レンジ毎に感度補正係数を設定する。本実施の形態では、0～100ppmの低濃度レンジと100～300ppmの高濃度レンジとについて各々に感度補正係数を設定する

。これにより、特に高濃度側での感度ズレを吸収するようにしている。

#### 【0052】

##### [酸素濃度依存性補正]

図7に示すように、NO<sub>x</sub>検出電流は、同じNO<sub>x</sub>濃度であっても排ガス中の酸素濃度によって変化し、同酸素濃度が高くなるに従い増加する傾向にある。つまり、ポンプセル110ではNO<sub>x</sub>濃度検出の妨げとなる酸素が第1チャンバ144から排出されるが、排出される酸素の分だけ余計に第1チャンバ144に排ガスが導入される。このため、排ガスが余計に導入されることでNO<sub>x</sub>が増え、結果的に排ガス中の酸素濃度が高いほどNO<sub>x</sub>検出電流（センサセル電流）が大きくなるという事態が生じる。図7では、酸素濃度の違いにより0点ズレの数値が相違すると共にNO<sub>x</sub>検出電流の傾きが相違していることが分かる。そこで本実施の形態では、上述した0点ズレ補正值や感度補正係数といった補正用データを酸素濃度レベルに応じて複数用意し、その都度の酸素濃度に適した補正用データを適宜用いて濃度補正を実施することとしている。例えば、こうした補正用データはマップ化されてメモリに記憶保持される。

#### 【0053】

次に、上記補正用データの設定手順を説明する。

#### 【0054】

先ずセンサ特性をモデルガスベンチにて計測する。条件は例えば酸素濃度を0%、10%、20%、NO<sub>x</sub>濃度を0ppm、100ppm、300ppmとし、これら各々の条件下でポンプセル電流とNO<sub>x</sub>検出電流（センサセル電流－モニタセル電流の値）とを計測する。図8（a）には、酸素濃度を0%、10%、20%とした時のポンプセル電流の計測結果を示す。また、図8（b）には、酸素濃度を0%、10%、20%としそれぞれでNO<sub>x</sub>濃度を0ppm、100ppm、300ppmとした時のNO<sub>x</sub>検出電流の計測結果を示す。

#### 【0055】

次に、上記計測したセンサ特性から補正用データを算出する。図8（c）には、酸素濃度を0%、10%、20%とした時の各種補正用データの具体的数値を示す。この補正用データについて酸素濃度0%の場合を例に説明する。酸素濃度

が0%である場合、 $\text{NO}_x$ 濃度=0 ppmの時の $\text{NO}_x$ 検出電流は60 nAであり、この $\text{NO}_x$ 検出電流の数値(60 nA)を0点ズレ補正值とする。また、上述したように $\text{NO}_x$ 濃度の検出レンジを高低2つのレンジに区分する場合、レンジ切り換え点は $\text{NO}_x$ 濃度=100 ppmの時の $\text{NO}_x$ 検出電流であり、この $\text{NO}_x$ 検出電流の数値(375.46 nA)をレンジ判定値とする。そして、高低2つのレンジ毎に、[ppm/nA]を単位とする感度補正係数を算出する。具体的には、0~100 ppmの低濃度レンジでは、当該レンジ内の濃度変化量(100 ppm)を $\text{NO}_x$ 検出電流の変化量(375.46 nA-60 nA)で割る。これにより、感度補正係数=0.317 [ppm/nA]が得られる。同様に、100~300 ppmの高濃度レンジでは、当該レンジ内の濃度変化量(200 ppm)を $\text{NO}_x$ 検出電流の変化量(996.58 nA-375.46 nA)で割る。これにより、感度補正係数=0.322 [ppm/nA]が得られる。その他、酸素濃度10%、20%の時の補正用データについても同様に算出できる。

#### 【0056】

以上のように算出された補正用データは、例えば工場出荷前の段階でフラッシュROM等のメモリに書き込まれる。なお、バーコードやQRコード(2次元コード)といった識別コードを付してメモリを出荷することも可能である。この場合、ガス濃度センサと制御回路とを1対1で出荷しなくても車両メーカーでの書き込みが可能となり、物流や物の管理面で工数が省けるメリットがある。

#### 【0057】

上記説明では、 $\text{NO}_x$ 濃度の検出レンジを高低2つのレンジに区分し、各々に感度補正係数を設定する旨記載したが、 $\text{NO}_x$ 濃度の検出レンジを3つ以上のレンジに区分することも可能である。例えば、0~100 ppm, 100~200 ppm, 200~300 ppmといった3つの濃度別レンジを設ける場合、各レンジ毎に感度補正係数を設定すると共に、 $\text{NO}_x$ 濃度=100 ppm, 200 ppmの時の $\text{NO}_x$ 検出電流の数値をレンジ判定値とすれば良い。濃度別レンジを数多く区分するほど濃度補正が精密に実施でき、 $\text{NO}_x$ 濃度の検出精度が向上する。

## 【0058】

次に、マイコン201により実施されるNO<sub>x</sub>濃度出力の手順を図9のフローチャートに従い説明する。

## 【0059】

図9において、先ずステップS110では、前回のA/F（酸素濃度）及びNO<sub>x</sub>濃度の検出時から所定時間（本実施の形態では4ms）が経過したか否かを判別する。この所定時間はNO<sub>x</sub>濃度の検出周期に相当する時間である。そして、ステップS110がYESであることを条件にステップS120に進み、ガス濃度センサ100からの電流信号をA/D変換器を通じて取り込む。この際取り込まれる電流信号には、センサセル電流I<sub>s</sub>、モニタセル電流I<sub>m</sub>、NO<sub>x</sub>検出電流（I<sub>s</sub> - I<sub>m</sub>）の各A/D値が含まれる。なおこのとき、センサセル電流I<sub>s</sub>及びモニタセル電流I<sub>m</sub>のA/D値については、取り込み後、「I<sub>s</sub> - I<sub>m</sub>」の演算が実施される。

## 【0060】

その後、ステップS130では、NO<sub>x</sub>検出電流をNO<sub>x</sub>濃度値に換算するNO<sub>x</sub>濃度換算処理を実施し、その際前記補正用データを用いてNO<sub>x</sub>濃度補正を実施する。更に、ステップS140では、移動平均やなまし等によるノイズ除去処理を実施し、続くステップS150では、CAN通信やD/A変換器を利用したのNO<sub>x</sub>濃度出力処理を実施する。

## 【0061】

上記ステップS130でのNO<sub>x</sub>濃度換算処理を図10を参照して説明する。図10において、先ずステップS131では、その時のポンプセル電流I<sub>p</sub>に基づきNO<sub>x</sub>検出電流（I<sub>s</sub> - I<sub>m</sub>）の0点ズレ補正值をマップ演算する。このとき、前記図8（c）の補正用データを反映したマップデータを用いて0点ズレ補正值が算出される。例えばポンプセル電流I<sub>p</sub> = 1.25mAであれば、0点ズレ補正值 = 63nAとなる。ステップS132では、ポンプセル電流I<sub>p</sub>に基づきレンジ判定値をマップ演算する。上記同様ポンプセル電流I<sub>p</sub> = 1.25mAであれば、レンジ判定値 = 406.6nAとなる。

## 【0062】

その後、ステップ S133 では、その時の NO<sub>x</sub> 検出電流が前記算出したレンジ判定値よりも小さいか否かを判別し、小さければステップ S134 に進み、低濃度レンジ（0～100 ppm レンジ）の感度補正係数をマップ演算する。また、大きければステップ S135 に進み、高濃度レンジ（100～300 ppm レンジ）の感度補正係数をマップ演算する。上記同様ポンプセル電流  $I_p = 1.25 \text{ mA}$  であれば、例えば低濃度レンジの感度補正係数は  $0.291 [\text{ppm}/\text{nA}]$  である。

#### 【0063】

最後に、ステップ S136 では、上記算出した補正用データを用い、その時の NO<sub>x</sub> 検出電流から NO<sub>x</sub> 濃度を算出する。具体的には、NO<sub>x</sub> 検出電流 =  $372.3 \text{ nA}$  である場合、上記の 0 点ズレ補正值（ $63 \text{ nA}$ ）、感度補正係数（ $0.291 [\text{ppm}/\text{nA}]$ ）を用いることにより、  
$$\text{NO}_x \text{ 濃度 } [\text{ppm}] = (372.3 - 63) \times 0.291 = 90.0$$
  
という結果が得られる。

#### 【0064】

以上詳述した本実施の形態によれば、以下に示す効果が得られる。

#### 【0065】

マイコン 201 の機能として 2 つの演算部（第 1 演算部 211 及び第 2 演算部 212）を設け、各々に大小異なる濃度検出レンジを設定したので、各演算部 211、212 では NO<sub>x</sub> 濃度分解能をそれぞれ個別に設定できる。その結果、何れの用途にあっても所望のガス濃度検出精度を満たすことができるようになる。特に本実施の形態では、第 1 演算部 211 においてエンジン制御用としての高精度な NO<sub>x</sub> 濃度値が得られると共に、第 2 演算部 212 において故障診断用としての広域レンジでの NO<sub>x</sub> 濃度値が得られることとなる。

#### 【0066】

センサ制御回路 200 での A/D 変換前において、差動増幅回路 259 にてセンサセル電流に含まれるオフセット誤差分（モニタセル電流分）が差し引かれるため、差動増幅回路 259 での増幅ゲインを大きくでき、A/D 変換のダイナミックレンジが大きくなる。故に、それだけ A/D 変換の分解能を上げることが可

能となる。特に、こうした構成を濃度検出レンジ小の第1演算部211側に設けたため、 $\text{NO}_x$ 濃度の検出精度向上といった効果をより一層顕著なものとすることができる。

#### 【0067】

また、 $\text{NO}_x$ 濃度換算に際し、0点ズレ補正、センサセル感度補正、酸素濃度依存性補正を実施することとしたので、実際のセンサ特性を反映しながら $\text{NO}_x$ 濃度換算が実施できるようになる。故に、 $\text{NO}_x$ 濃度の検出精度がより一層向上する。また、これらの補正をセンサ個別に対応させて実施することにより、センサ個体差による問題も解消できる。

#### 【0068】

なお、本発明は上記実施の形態の記載内容に限定されず、例えば次のように実施してもよい。

#### 【0069】

上記図1の構成では、第1演算部211側においてA/D入力前に差動増幅回路259により $\text{NO}_x$ 検出電流( $I_s - I_m$ )を算出したが、第2演算部212側においてもA/D入力前に差動増幅回路により $\text{NO}_x$ 検出電流( $I_s - I_m$ )を算出する構成としても良い。また逆に、何れの演算部211, 212においてもセンサセル電流やモニタセル電流をそのまま(すなわち、差動増幅回路による $\text{NO}_x$ 検出電流の算出をせずに)A/D入力する構成とすることも可能である。

#### 【0070】

上記実施の形態では、マイコン201の機能として2つの演算部(第1演算部211及び第2演算部212を)設けたが、3つ以上の演算部を設ける構成であっても良い。

#### 【0071】

上記実施の形態では、センサセル電流からモニタセル電流(オフセット誤差分)を差し引いた $\text{NO}_x$ 検出電流( $I_s - I_m$ )により $\text{NO}_x$ 濃度値を算出したが、センサセル電流そのものから、すなわちモニタセル電流を使わずに $\text{NO}_x$ 濃度値を算出する構成であっても良い。つまり、モニタセル電流はチャンバ内の残留酸素濃度に見合うものであり、ポンプセルにより残留酸素濃度が一定に保持され

ているとすると、センサセル電流に含まれるオフセット誤差分は一定とみなすことができる。故に、オフセット誤差一定として扱えばモニタセル電流の計測は不要となる。

#### 【0072】

上記実施の形態では、図2の構造のガス濃度センサ100について適用例を説明したが、勿論他のガス濃度センサについて適用しても良く、適用可能なガス濃度センサの具体例を以下に説明する。

#### 【0073】

図11に示すガス濃度センサ400では、符号401, 402, 403, 404で示すシート状の部材が全て固体電解質（例えばジルコニア）で構成されており、これら固体電解質401～404が図の上下に積層されている。固体電解質401, 403の間には律速層405a, 405bを隔てて第1チャンバ406及び第2チャンバ407が区画形成されている。固体電解質404により大気通路408が形成され、同固体電解質404にはヒータ409が埋設されている。

#### 【0074】

また、ガス濃度センサ400には、第1ポンプセル410、第2ポンプセル420、センサセル430及びモニタセル440が設けられており、本センサ400の特徴としてこれら各セルが固体電解質同士により結合されている。かかる構成において、第1ポンプセル410では、一対の電極411, 412間に電圧 $V_{p1}$ が印加され、その時流れる第1ポンプセル電流 $I_{p1}$ が検出される。第2ポンプセル420では、電極413, 414間に電圧 $V_{p2}$ が印加され、その時流れる第2ポンプセル電流 $I_{p2}$ が検出される。センサセル430では、電極414, 415間に電圧 $V_s$ が印加され、その時流れるセンサセル電流 $I_s$ が検出される。更に、モニタセル440では、電極414, 416間で起電力信号 $V_m$ が検出される。

#### 【0075】

排ガスは律速層405aを介して第1チャンバ406に導入される。排ガス中の大部分の酸素は、モニタセル440の起電力信号 $V_m$ により検出されると共に、この信号 $V_m$ に応じて第1ポンプセル410の印加電圧 $V_{p1}$ が制御されるこ

とで電極 411 から外部へ排出される。残ったガスは律速層 405b を通過して第 2 チャンバ 407 に導入され、当該ガス中の残留酸素は第 2 ポンプセル 420 にて電圧  $V_p2$  の印加により分解されて大気通路 408 に排出される。また、ガス中の  $NO_x$  は、センサセル 430 にて電圧  $V_s$  の印加により分解されて大気通路 408 に排出され、その際流れたセンサセル電流  $I_s$  に基づいて  $NO_x$  濃度値が算出される。なお図 11 のガス濃度センサ 400 では、第 1 ポンプセル 410 が「第 1 セル」に、センサセル 430 が「第 2 セル」に、第 2 ポンプセル 420 が「第 3 セル」にそれぞれ相当する。

#### 【0076】

その他に、図 12 に示すガス濃度センサ 400 は以下の如く構成される。すなわち、第 1 ポンプセル 410 では、一对の電極 411, 412 間に電圧  $V_p1$  が印加され、その時流れる第 1 ポンプセル電流  $I_p1$  が検出される。第 2 ポンプセル 420 では、電極 411, 413 間に電圧  $V_p2$  が印加され、その時流れる第 2 ポンプセル電流  $I_p2$  が検出される。センサセル 430 では、電極 414, 415 間に電圧  $V_s$  が印加され、その時流れるセンサセル電流  $I_s$  が検出される。更に、第 1 モニタセル 450 では、電極 412, 414 間で起電力信号  $V_m1$  が検出され、第 2 モニタセル 460 では、電極 413, 414 間で起電力信号  $V_m2$  が検出される。

#### 【0077】

図 12 のガス濃度センサ 400 において、排ガスが律速層 405a を介して第 1 チャンバ 406 に導入された後、排ガス中の大部分の酸素は、第 1 モニタセル 450 の起電力信号  $V_m1$  により検出されると共に、この信号  $V_m1$  に応じて第 1 ポンプセル 410 の印加電圧  $V_p1$  が制御されることで電極 411 から外部へ排出される。残ったガスは律速層 405b を通過して第 2 チャンバ 407 に導入され、当該ガス中の残留酸素は、第 2 モニタセル 460 の起電力信号  $V_m2$  により検出されると共に、この信号  $V_m2$  に応じて第 2 ポンプセル 420 の印加電圧  $V_p2$  が制御されることで電極 411 から外部へ排出される。また、ガス中の  $NO_x$  は、センサセル 430 にて電圧  $V_s$  の印加により分解されて大気通路 408 に排出され、その際流れたセンサセル電流  $I_s$  に基づいて  $NO_x$  濃度値が算出さ

れる。なお図12のガス濃度センサ400では、第1ポンプセル410が「第1セル」に、センサセル430が「第2セル」に、第2ポンプセル420が「第3セル」にそれぞれ相当する。

#### 【0078】

NO<sub>x</sub>濃度を検出可能なガス濃度センサの他に、特定ガス成分の濃度としてHC濃度やCO濃度を検出可能なガス濃度センサにも適用できる。この場合、ポンプセルにて被検出ガス中の余剰酸素を排出し、センサセルにて余剰酸素排出後のガスからHCやCOを分解してHC濃度やCO濃度を検出する。更に、自動車用以外のガス濃度検出装置に用いること、排ガス以外のガスを被検出ガスとすることも可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

発明の実施の形態におけるガス濃度検出装置の概要を示す構成図である。

##### 【図2】

ガス濃度センサの構成を示す断面図である。

##### 【図3】

モニタセル及びセンサセルの電極配置を示す平断面図である。

##### 【図4】

エンジン排気系の構成を示す図である。

##### 【図5】

センサ制御回路の電氣的な構成を示す回路図である。

##### 【図6】

NO<sub>x</sub>濃度に対するNO<sub>x</sub>検出電流の特性を示す図である。

##### 【図7】

NO<sub>x</sub>濃度に対するNO<sub>x</sub>検出電流の特性を示す図である。

##### 【図8】

補正用データの設定手順を説明するための図である。

##### 【図9】

NO<sub>x</sub>濃度出力の手順を示すフローチャートである。

## 【図 10】

NO<sub>x</sub> 濃度換算処理を示すフローチャートである。

## 【図 11】

別のガス濃度センサを示す断面図である。

## 【図 12】

別のガス濃度センサを示す断面図である。

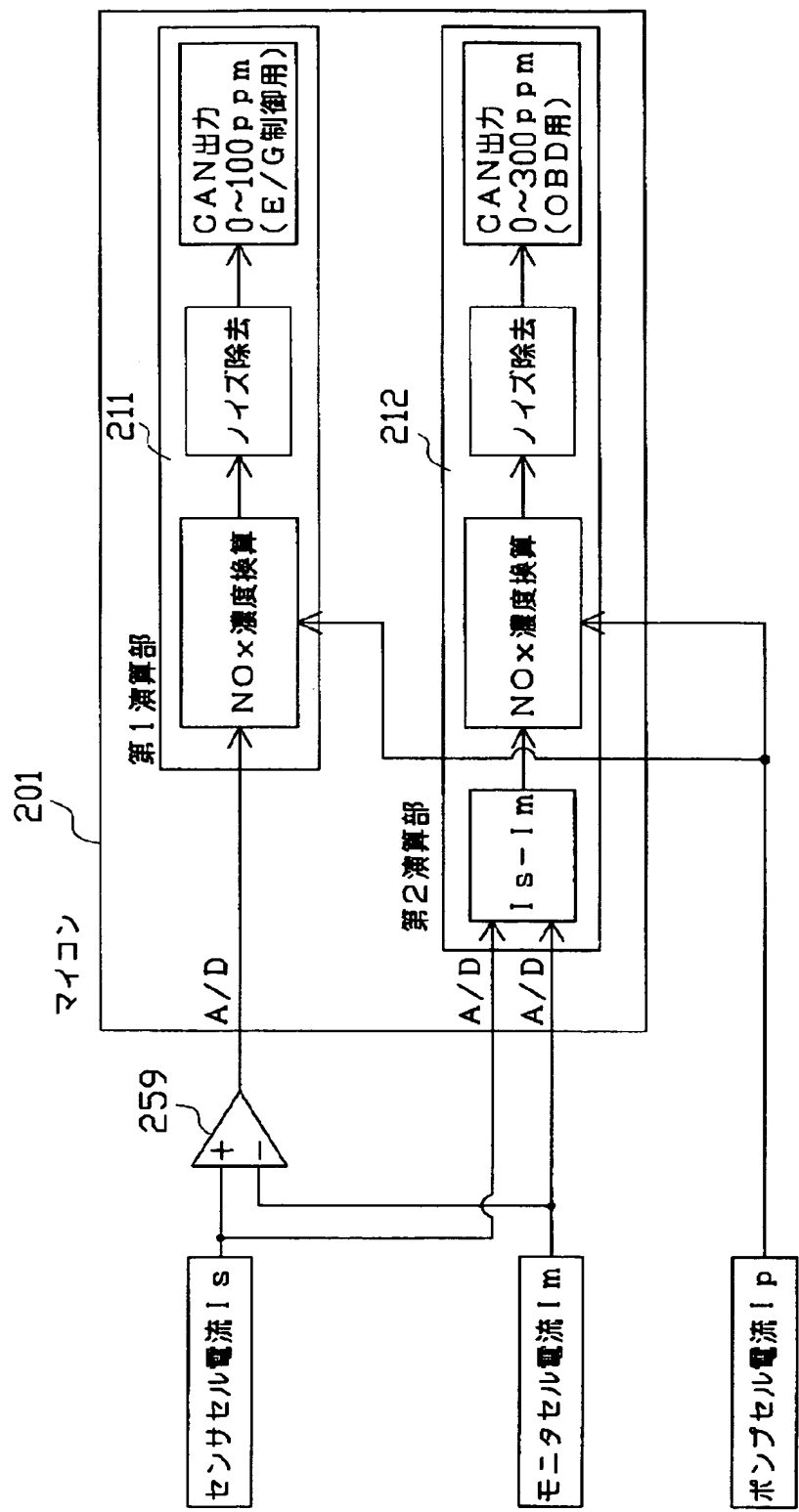
## 【符号の説明】

10…ディーゼルエンジン、  
12…排気管、  
100…ガス濃度センサ、  
110…ポンプセル、  
120…モニタセル、  
130…センサセル、  
141, 142…固体電解質、  
144…第1チャンバ、  
146…第2チャンバ、  
200…制御回路、  
201…マイコン、  
211…第1演算部、  
212…第2演算部、  
259…差動増幅回路、  
400…ガス濃度センサ、  
406…第1チャンバ、  
407…第2チャンバ、  
410…第1ポンプセル、  
420…第2ポンプセル、  
430…センサセル、  
440～460…モニタセル。

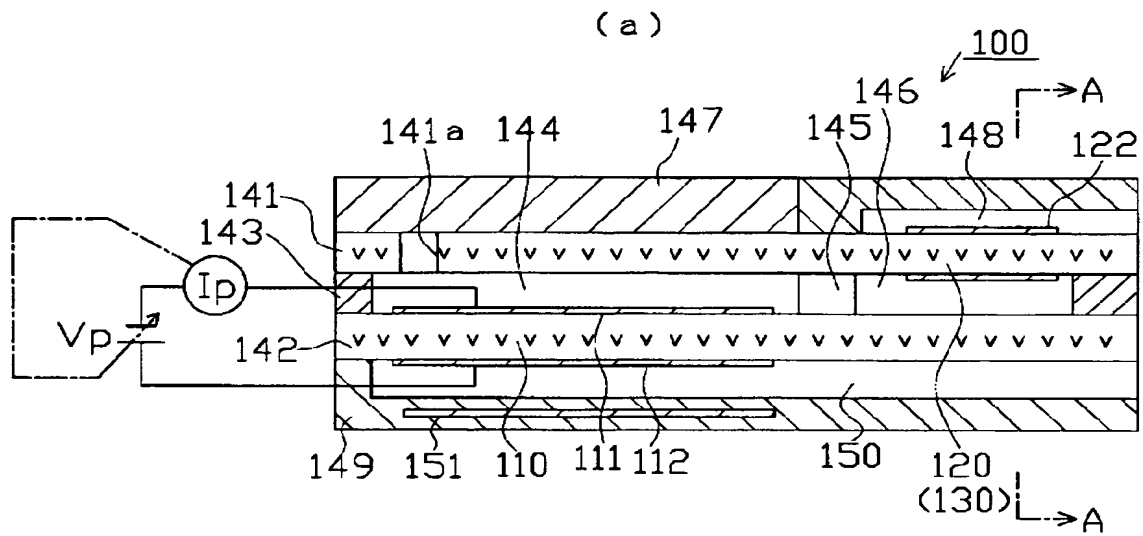
【書類名】

図面

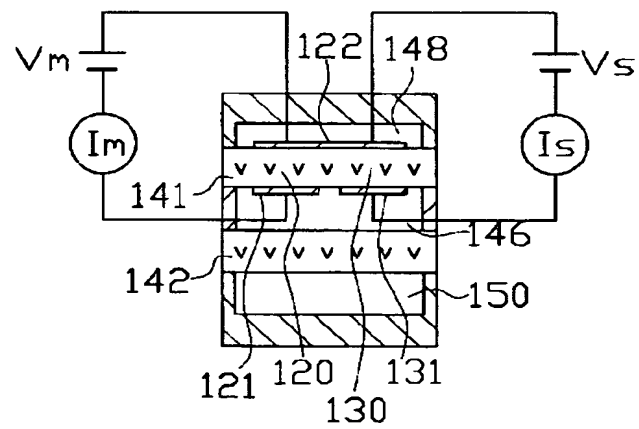
【図 1】



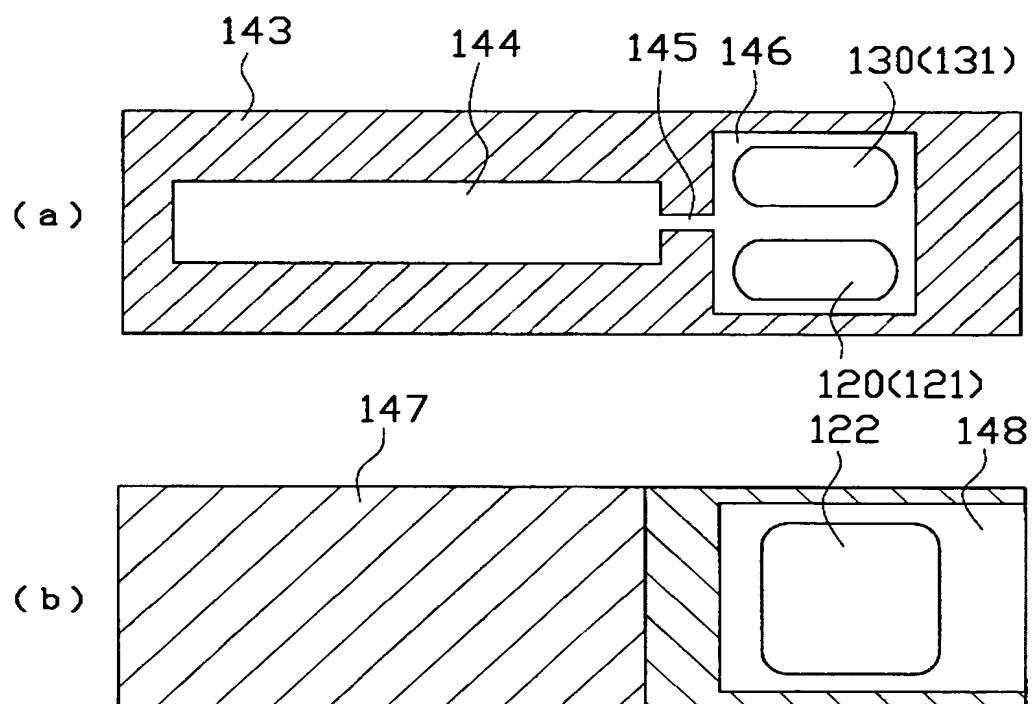
【図 2】



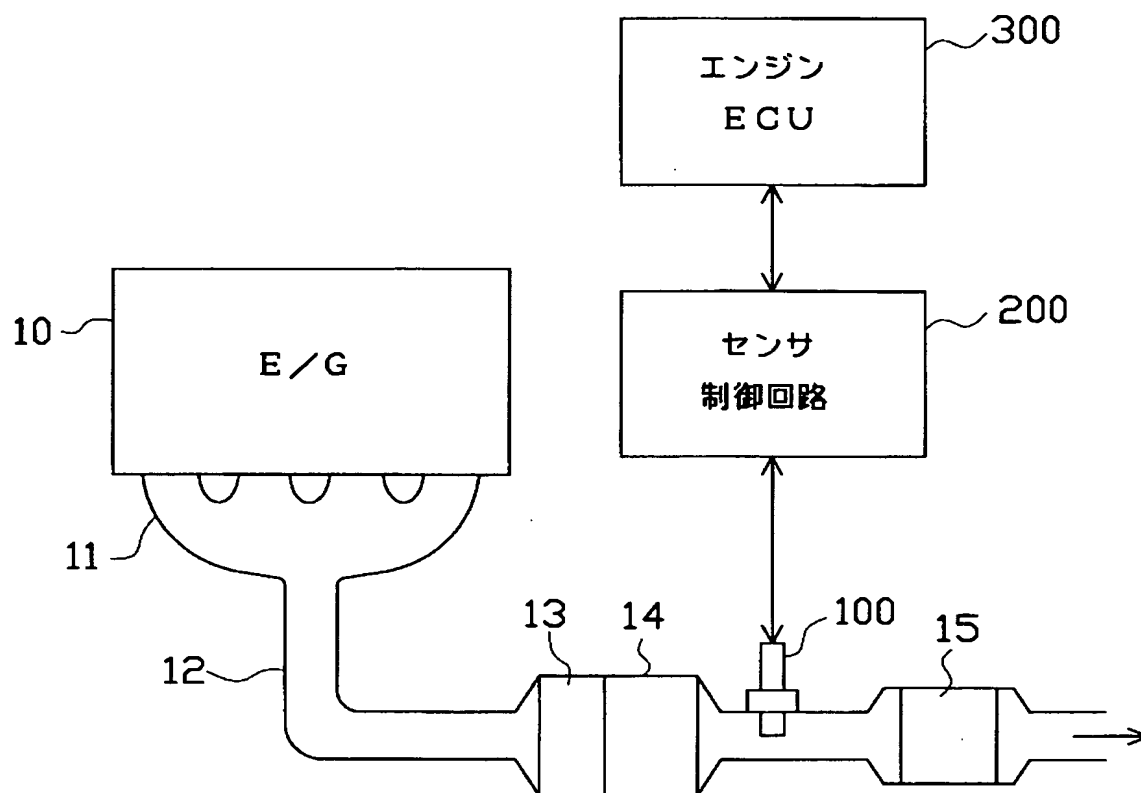
(b)



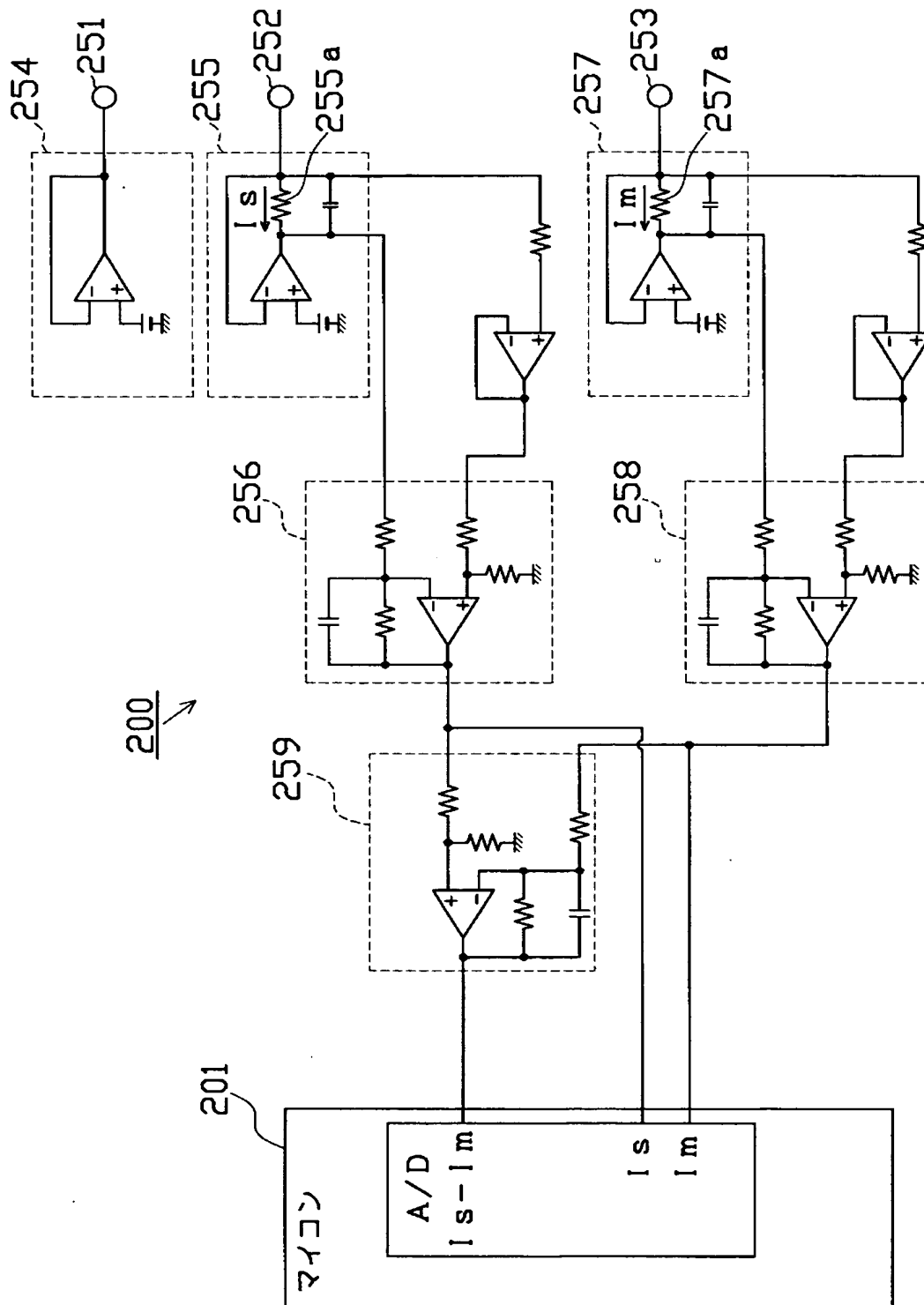
【図 3】



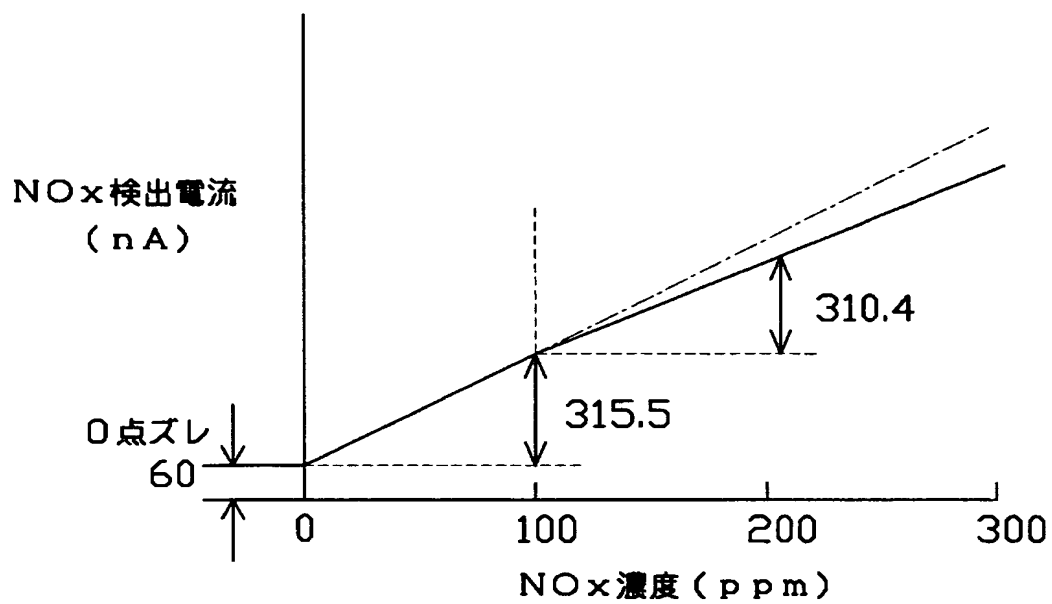
【図 4】



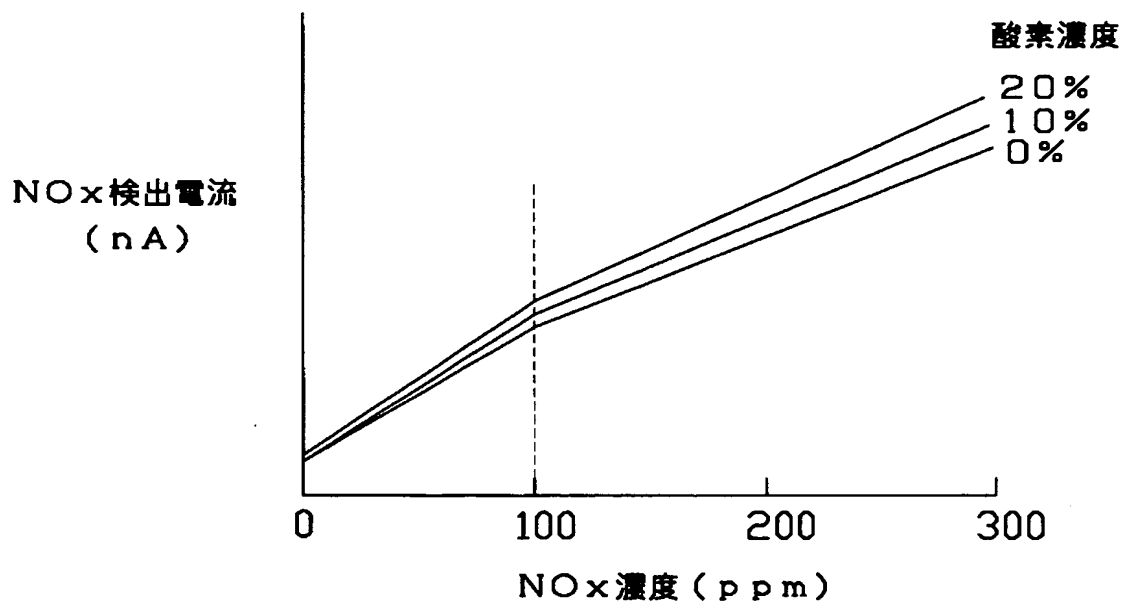
【図 5】



【図6】



【図7】



【図 8】

(a) ポンプセル電流 (mA)

酸素濃度		
0%	10%	20%
0	1.25	2.50

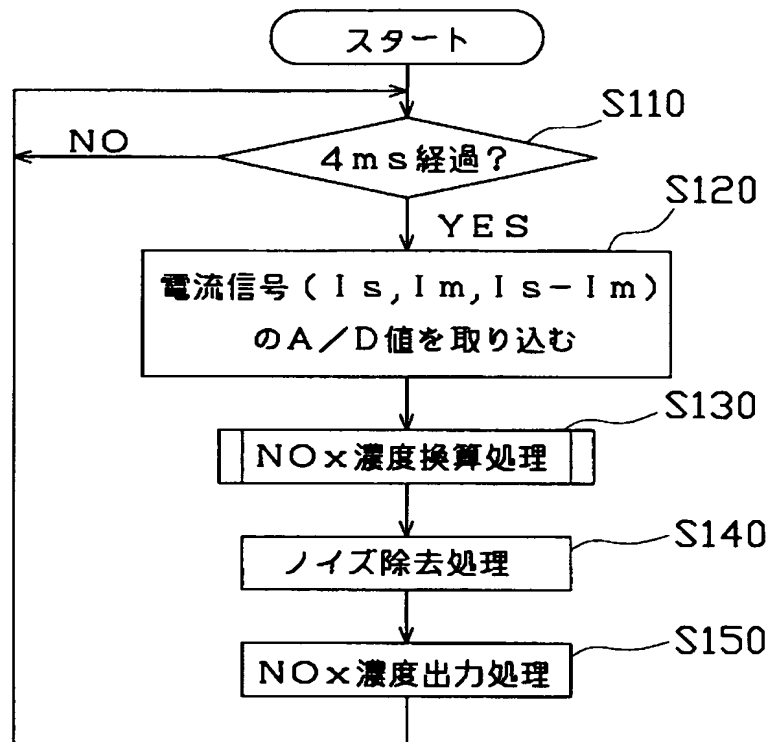
(b) NO<sub>x</sub>検出電流 (nA)

NO <sub>x</sub> 濃度	酸素濃度		
	0%	10%	20%
0 ppm	60	63	66
100 ppm	375.46	406.6	443.3
300 ppm	996.58	1084.6	1184.0

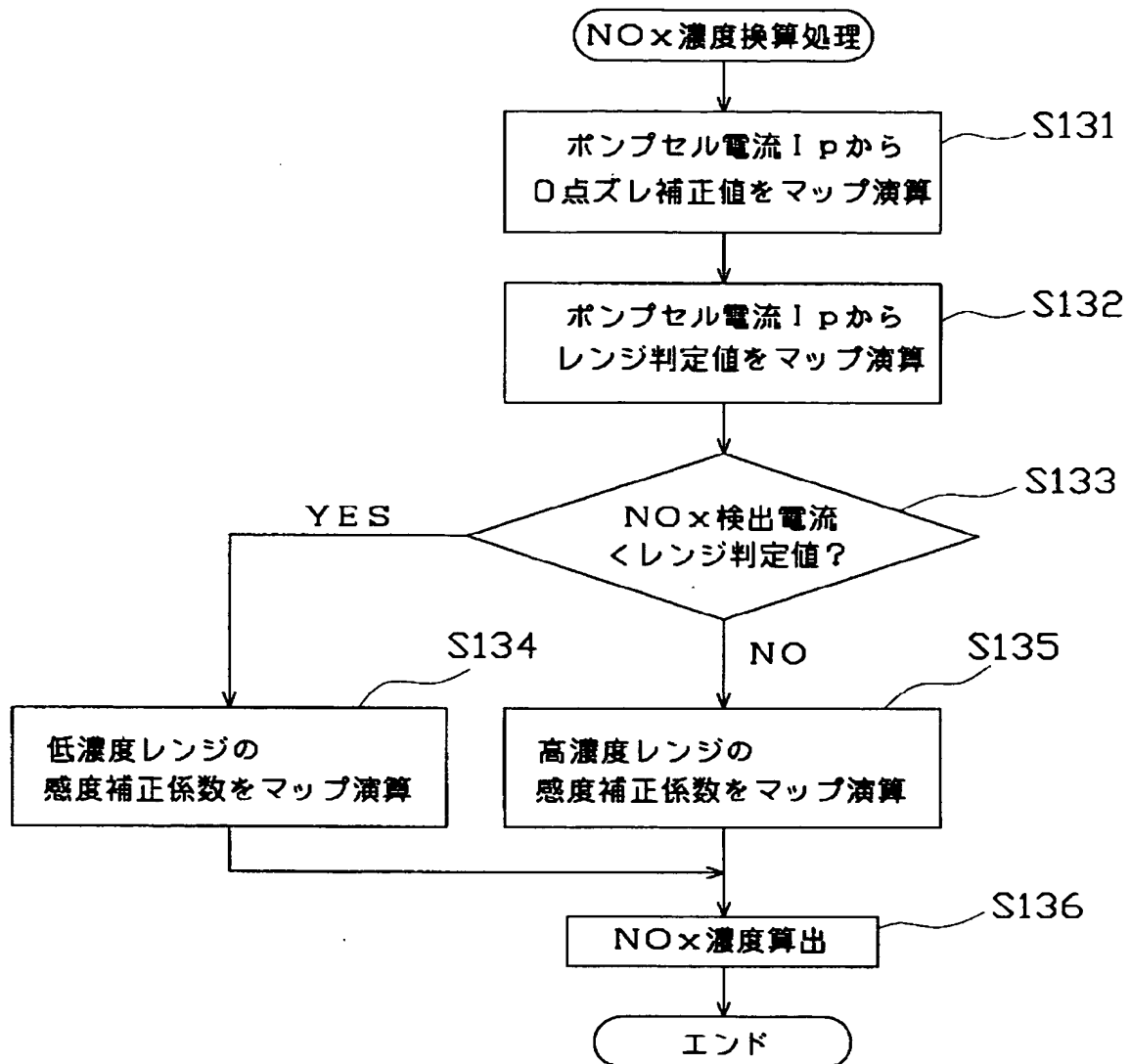
(c) 補正用データ

		酸素濃度		
		0%	10%	20%
ポンプセル電流 (mA)		0	1.25	2.50
0点ズレ補正值 (nA)		60	63	66
レンジ判定値 (nA)		375.46	406.6	443.3
感度補正係数 (ppm/nA)	0-100 ppmレンジ	0.317	0.291	0.265
	100-300 ppmレンジ	0.322	0.295	0.270

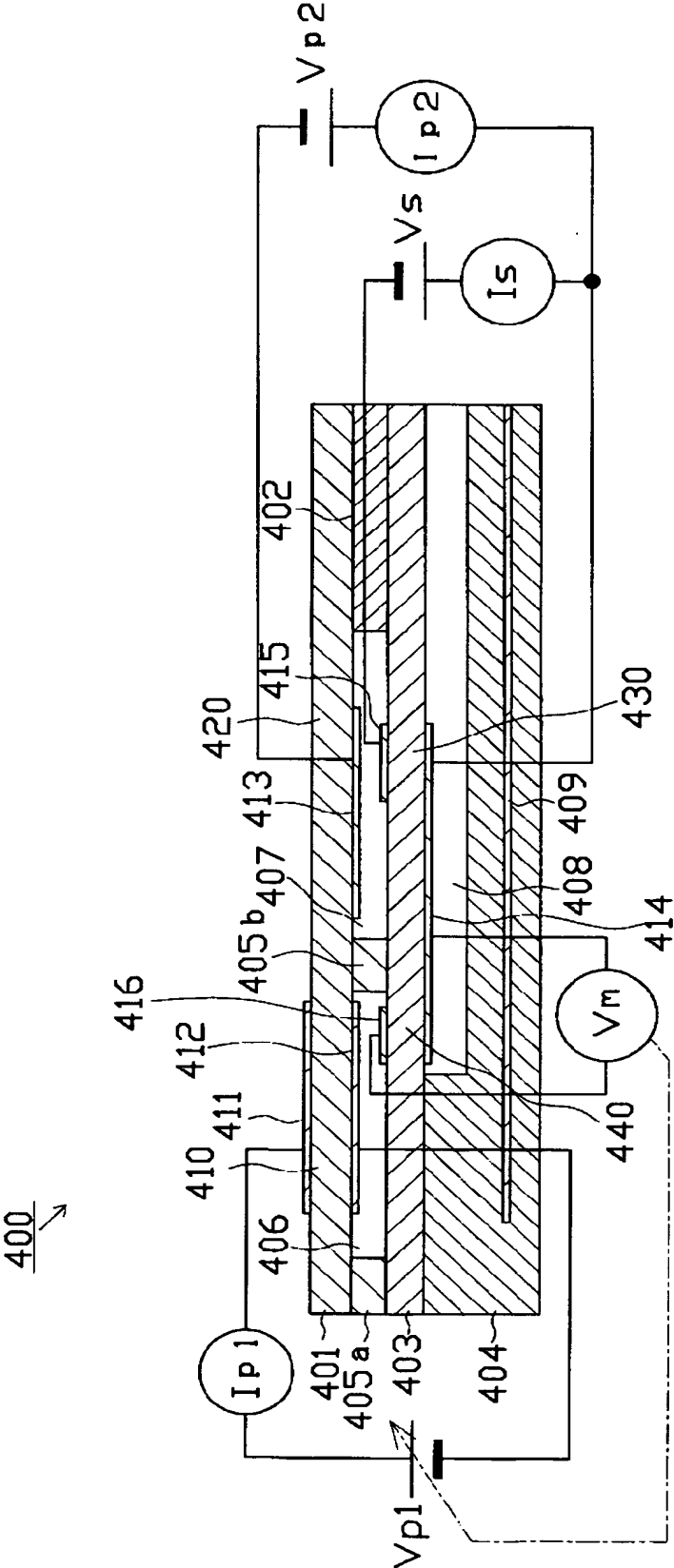
【図 9】



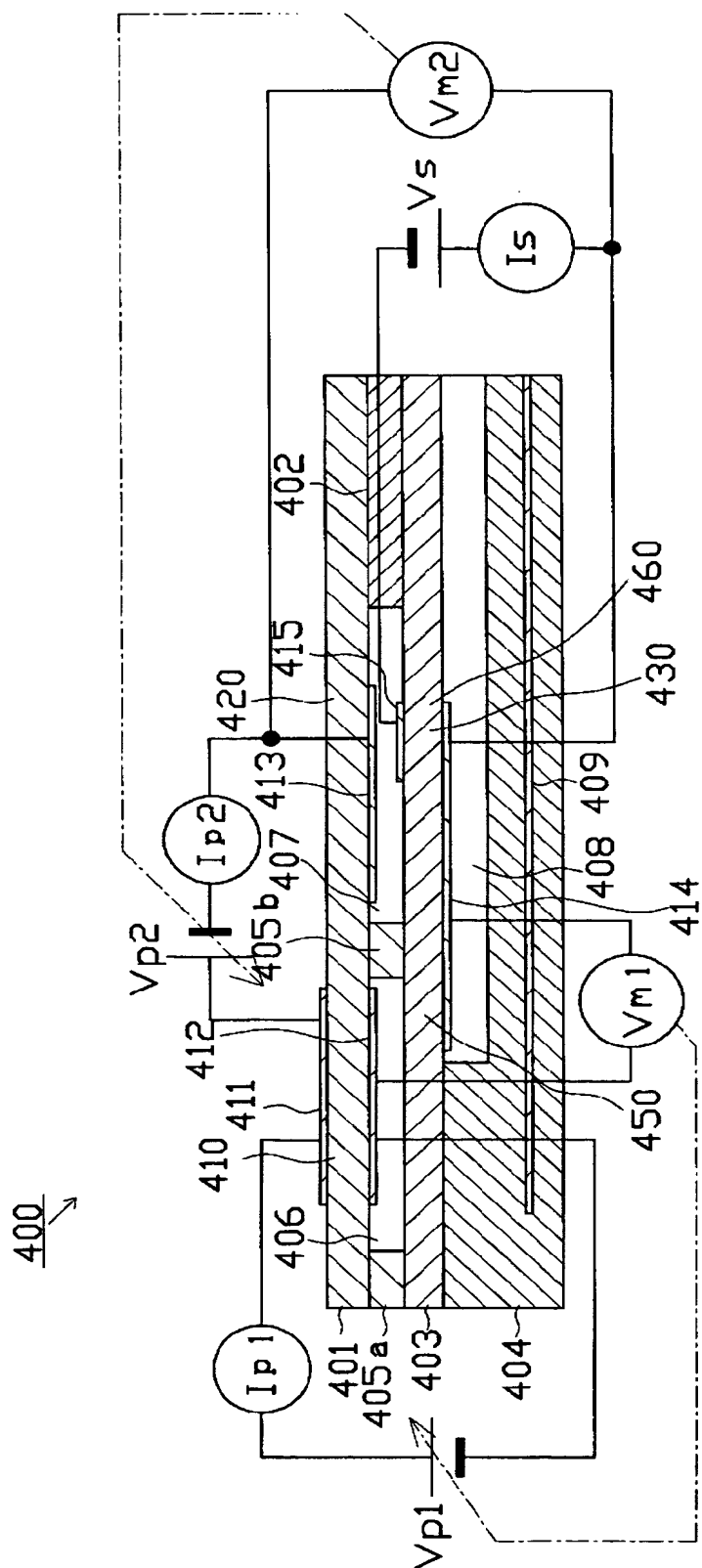
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の用途にガス濃度値が使用される場合に、何れの用途にあっても所望のガス濃度検出精度を満たすこと。

【解決手段】 マイコン 2 0 1 には、エンジン制御用の  $\text{NO}_x$  濃度出力を行うための第 1 演算部 2 1 1 と、OBD 用の  $\text{NO}_x$  濃度出力を行うための第 2 演算部 2 1 2 とが設けられている。各演算部 2 1 1, 2 1 2 における  $\text{NO}_x$  濃度の検出レンジは各々異なり、第 1 演算部 2 1 1 では同検出レンジを  $0 \sim 100 \text{ ppm}$  としているのに対し、第 2 演算部 2 1 2 では同検出レンジを  $0 \sim 300 \text{ ppm}$  としている。そして、各演算部 2 1 1, 2 1 2 毎に  $\text{NO}_x$  濃度値が算出される。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 9 7 7 7 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 6 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー